

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-60250
(P2001-60250A)

(43) 公開日 平成13年3月6日 (2001.3.6)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード (参考)
G 0 6 K 9/50		G 0 6 K 9/50	5 B 0 6 4
9/46		9/46	A
9/62	6 3 0	9/62	6 3 0 Z

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平11-237002

(22) 出願日 平成11年8月24日 (1999.8.24)

(71) 出願人 000001432

グローリー工業株式会社

兵庫県姫路市下手野1丁目3番1号

(72) 発明者 ▲高▼田 直樹

兵庫県姫路市下手野一丁目3番1号 グロ

ーリー工業株式会社内

(74) 代理人 100071054

弁理士 木村 高久

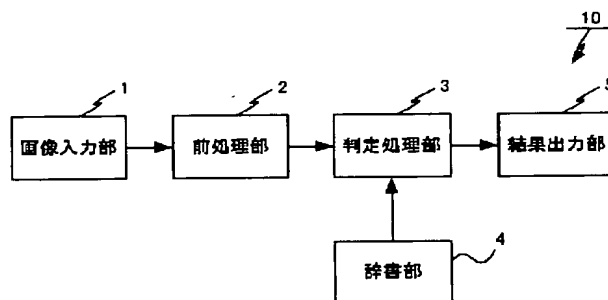
Fターム (参考) 5B064 AA01 BA01 DC03 DC07 DC30

(54) 【発明の名称】 文字認識方法および装置

(57) 【要約】

【課題】 カタカナやストロークの少ない漢字の認識率を向上させた文字認識方法および装置を提供する。

【解決手段】 判定部3での判定処理の際に、文字パターンを直交する2方向から走査し、その走査線と文字との交差数に基づいた特徴量を考慮する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 画像入力された文字から特徴量を抽出し、該抽出した特徴量に基づき前記文字の認識を行う文字認識方法において、

画像入力された文字を所定間隔で走査して該走査毎に該走査線と前記文字との交差回数を取得するとともに、該取得した交差回数の隣接する走査線毎の差分の総和を前記特徴量の 1 つとして前記文字の認識を行うことを特徴とする文字認識方法。

【請求項 2】 前記画像入力された文字を少なくとも 2 つの異なる方向に所定間隔で走査して該走査毎に該走査線と前記文字との交差回数をそれぞれ取得するとともに、該取得した交差回数の隣接する走査線毎の差分のそれぞれの総和を前記特徴量の 1 つとして前記文字の認識を行うことを特徴とする請求項 1 記載の文字認識方法。

【請求項 3】 前記画像入力された文字を直交する 2 方向に所定間隔で走査して該走査毎に該走査線と前記文字との交差回数をそれぞれ取得するとともに、該取得した交差回数の隣接する走査線毎の差分のそれぞれの総和を前記特徴量の 1 つとして前記文字の認識を行うことを特徴とする請求項 1 記載の文字認識方法。

【請求項 4】 画像入力された文字から特徴量を抽出し、該抽出した特徴量に基づき前記文字の認識を行う文字認識装置において、
画像入力された文字を所定間隔で走査して該走査毎に該走査線と前記文字との交差回数を取得するとともに、該取得した交差回数の隣接する走査線毎の差分の総和を前記特徴量の 1 つとして前記文字の認識を行う文字認識手段を具備することを特徴とする文字認識装置。

【請求項 5】 前記文字認識手段は、
前記画像入力された文字を少なくとも 2 つの異なる方向に所定間隔で走査して該走査毎に該走査線と前記文字との交差回数をそれぞれ取得するとともに、該取得した交差回数の隣接する走査線毎の差分のそれぞれの総和を前記特徴量の 1 つとして前記文字の認識を行うことを特徴とする請求項 4 記載の文字認識装置。

【請求項 6】 前記文字認識手段は、
前記画像入力された文字を直交する 2 方向に所定間隔で走査して該走査毎に該走査線と前記文字との交差回数をそれぞれ取得するとともに、該取得した交差回数の隣接する走査線毎の差分のそれぞれの総和を前記特徴量の 1 つとして前記文字の認識を行うことを特徴とする請求項 4 記載の文字認識装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、文字認識方法および装置に関し、特に、手書きされた文字を認識する文字認識方法および装置に関する。

【0002】

【従来の技術】光学式文字認識（OCR:optical chara

cter recognition) による手書き文字の認識は、活字の認識と比較して困難な点が多い。手書き文字は、その書き手毎に変形や傾きなどが生じており、場合によっては、同一の文字が全く異なる文字として認識されることもある。

【0003】このため、従来の文字認識では、多少の変形や傾きに対して比較的安定している特徴を使用することで文字の認識率を向上させている。

【0004】例えば、特公昭 63-3315 号公報記載の光学式文字認識装置では、文字の局所領域内の文字線の傾きと領域内の任意の背景点での水平方向並びに垂直方向での走査における文字点での傾きを考慮した交差回数の合計を特徴データとして使用している。

【0005】また、特開平 10-224597 号公報記載の画像入力装置では、文字の方向依存する特徴と文字の局所的形状、つまり、文字閉ループ、十字交差点、T 字交差点、文字の端点などの位相的情報を特徴データとして使用している。

【0006】しかしながら、上述したような特徴データは、漢字のようなストロークの多い文字に対しては効果的なものであるが、カタカナやストロークの少ない漢字に対する特徴データとしては不十分なものであった。例えば、上述の光学式文字認識装置（特公昭 63-3315 号公報）では、得られた特徴は文字点での輪郭を考慮したものであるが、カタカナなどでは傾きの自由度が大きいため、その考慮された傾きがあまり意味を持たないためである。また、走査線が文字と交差する回数を単に数えるだけでは、文字の少しの位置ずれや、回転に対して不安定な特徴となってしまう。

【0007】また、上述の画像入力装置（特開平 10-224597 号公報）では、点の数（文字のブロック数）を特徴としているため、例えば、「ツ」という文字が図 20 に示すように続け書きされたもの等には対応することができず、「フ」等として認識されていた。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】上述したように、従来の文字認識では、位置ずれや回転、続け書きなどの生じやすい文字、特にストロークの少ない漢字やカタカナ等の認識率は低いものであった。

【0009】そこで、この発明は、カタカナやストロークの少ない漢字の認識率を向上させた文字認識方法および装置を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】上述した目的を達成するため、請求項 1 の発明は、画像入力された文字から特徴量を抽出し、該抽出した特徴量に基づき前記文字の認識を行う文字認識方法において、画像入力された文字を所定間隔で走査して該走査毎に該走査線と前記文字との交差回数を取得するとともに、該取得した交差回数の隣接する走査線毎の差分の総和を前記特徴量の 1 つとして前

記文字の認識を行うことを特徴とする。

【0011】また、請求項2の発明は、請求項1の発明において、前記画像入力された文字を少なくとも2つの異なる方向に所定間隔で走査して該走査毎に該走査線と前記文字との交差回数をそれぞれ取得するとともに、該取得した交差回数の隣接する走査線毎の差分のそれぞれの総和を前記特徴量の1つとして前記文字の認識を行うことを特徴とする。

【0012】また、請求項3の発明は、請求項1の発明において、前記画像入力された文字を直交する2方向に所定間隔で走査して該走査毎に該走査線と前記文字との交差回数をそれぞれ取得するとともに、該取得した交差回数の隣接する走査線毎の差分のそれぞれの総和を前記特徴量の1つとして前記文字の認識を行うことを特徴とする。

【0013】また、請求項4の発明は、画像入力された文字から特徴量を抽出し、該抽出した特徴量に基づき前記文字の認識を行う文字認識装置において、画像入力された文字を所定間隔で走査して該走査毎に該走査線と前記文字との交差回数を取得するとともに、該取得した交差回数の隣接する走査線毎の差分の総和を前記特徴量の1つとして前記文字の認識を行う文字認識手段を具備することを特徴とする。

【0014】また、請求項5の発明は、請求項4の発明において、前記文字認識手段は、前記画像入力された文字を少なくとも2つの異なる方向に所定間隔で走査して該走査毎に該走査線と前記文字との交差回数をそれぞれ取得するとともに、該取得した交差回数の隣接する走査線毎の差分のそれぞれの総和を前記特徴量の1つとして前記文字の認識を行うことを特徴とする。

【0015】また、請求項6の発明は、請求項4の発明において、前記文字認識手段は、前記画像入力された文字を直交する2方向に所定間隔で走査して該走査毎に該走査線と前記文字との交差回数をそれぞれ取得するとともに、該取得した交差回数の隣接する走査線毎の差分のそれぞれの総和を前記特徴量の1つとして前記文字の認識を行うことを特徴とする。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、この発明に係る文字認識方法および装置の一実施例について、添付図面を参照して詳細に説明する。

【0017】図1は、この発明に係る文字認識装置の概略構成を示す機能ブロック図である。同図に示すように、文字認識装置10は、認識対象の文字画像を入力する画像入力部1と、画像入力部1より入力された画像から文字の切り出しや細線化等の前処理を行う前処理部2、前処理部2で前処理が施された文字の判定を行う判定部3、判定部3での判定に際して使用される辞書が格納された辞書部4、判定部3での判定結果を判定結果を出力する結果出力部5を具備して構成される。なお、こ

こに示した文字認識装置10は、実際には、コンピュータ上でプロセッサやメモリ、記憶装置、及びこれらを実行させるソフトウェアにより実現される。

【0018】ここで、図2を参照して文字認識装置10の動作について説明する。図2は、文字認識装置10の動作の流れを示すフローチャートである。

【0019】文字認識装置10は、動作を開始すると、まず、画像入力部1から認識対象となる文字画像を入力する(ステップ101)。続いて、前処理部2が前処理として画像入力部1より入力された文字画像に対して、2値化や文字の切り出しを行い、輪郭方向ベクトル、ブロック数を特徴として作成し、その後、文字の細線化等の処理を施し、位相情報、交差数の差の絶対値の総和を求める(ステップ102)。なお、この前処理部2での前処理は、交差数の差の絶対値の総和を求める点を除き従来から行われていた処理(特開平8-272904号公報等参照)と同様であるので詳細な説明は省略する。

【0020】次に、前処理部2で前処理が施された文字(画像)に対して判定部3が判定処理を行うが、判定処理では、まず、対象となる文字に対応する複数の候補を選出する(ステップ103)。続いて、選出した各候補の類似度を算出し(ステップ104)、算出した類似度に基づいて順位を決定する(ステップ105)。その後、順位が上位な候補、例えば、1位と2位の候補に対して再び類似度の算出を行い(ステップ106)、算出した類似度に基づいて対象となる文字の文字種を確定する(ステップ107)。なお、判定部3での各処理の詳細については、後述する。

【0021】文字が確定されると、結果出力部5が判定結果を出力して(ステップ108)、処理を終了する。

【0022】次に、判定部3での各処理について説明する。判定部3がステップ103で行う候補の選出処理は、入力されて前処理が施された文字(以下、入力パターンと称する)と、辞書部4に登録されている文字(以下、辞書パターンと称する)とのパターンマッチングにより行う。パターンマッチングは、輪郭方向ベクトル、ブロック数、位相情報、交差数の差の絶対値の総和を要素としてその距離により算出する。

【0023】輪郭方向ベクトルは、図3(a)に示すように入力(辞書)パターンを5×5のブロックに分割し、その各ブロックにおいて点輪郭の方向を図3(b)に示すような8方向の数によりベクトルを算出したものである。

【0024】ブロック数は、図4に示すように入力(辞書)パターンを構成する要素の数(図中では2)であり、n筆書きが可能な文字のブロック数がnとなる関係である。

【0025】位相情報は、入力(辞書)パターンを構成する各要素の交差数を示すものであり、図5(a)の破線円中に示すような十字交差と、図5(b)の破線円中

に示すようなT字交差のそれぞれの数を計数する。

【0026】交差数の差の絶対値の総和は、まず、図6に示すように入力(辞書)パターンを垂直方向(Y軸方向)に所定の数、例えば20個に分割し、分割した各々を水平方向(X軸方向)に走査する。このとき、各走査線と入力(辞書)パターンの文字部分との交差数を計数する。計数の結果は、図7に示すようになる。続いて、各交差数の差の絶対値を算出するが、これは、図7に示したようにY軸座標2で交差数が0から1に変化し、Y軸座標5で交差数が1から2に、Y軸座標10で交差数が2から1に変化しているといったように、交差数が変化している座標でのみ差が生じているため、図8に示すようになる。同様にY軸方向の走査を行い、交差数の差の絶対値を算出し(図9、10、11参照)、これらの絶対値の総和を交差数の差の絶対値の総和とする。

【0027】次に、パターンマッチングの際の距離の算出方法について説明する。ここでは、入力パターンIと辞書パターンRをそれぞれ式1、式2に示すように定義する。 V 、 V_k は、それぞれ入力パターンと辞書パターンの輪郭方向ベクトルであり、式3、式4に示すように200の要素からなる。これは、上述したように入力(辞書)パターンを5×5の画像に分割して、その各々の8方向のベクトルを示しているからである。

【0028】 B 、 B_k は、それぞれ入力パターンと辞書パターンのブロック数であり、式5、式6に示すように定義する。 T 、 T_k は、それぞれ交差数の差の絶対値の総和であり、式7、式8に示すように(水平方向走査時の総和、垂直方向走査時の総和)で表す。 C 、 C_k は、それぞれ入力パターンと辞書パターンの交差数であり、式9、式10に示すように(水平方向走査時の交差数、垂直方向走査時の交差数)で表す。

【0029】

【式1】

$$I = (V, B, T, C)$$

【式2】

$$R = (V_R, B_R, T_R, C_R)$$

*

$$D = \sqrt{E(V, V_R) + \rho_1 F_1(B, B_R) + \rho_3 F_3(C, C_R)}$$

【式12】

$$E(V, V_R) = \sum_{k=1}^{200} (v_k - v_k^{(R)})^2$$

【式13】

$$F_1(B, B_R) = 0 \quad [b = b^{(R)}] \\ = \rho_2 F_2(T, T_R) \quad [b \neq b^{(R)}]$$

【式14】

*【式3】

$$V = (v_1, v_2, \dots, v_{200})$$

【式4】

$$V_R = (v_1^{(R)}, v_2^{(R)}, \dots, v_{200}^{(R)})$$

【式5】

$$B = (b)$$

10 【式6】

$$B_R = (b^{(R)})$$

【式7】

$$T = (t_1, t_2)$$

【式8】

$$T_R = (t_1^{(R)}, t_2^{(R)})$$

【式9】

$$C = (c_1, c_2)$$

【式10】

$$C_R = (c_1^{(R)}, c_2^{(R)})$$

入力パターンIと辞書パターンRの距離は、式11で計算される。式11の各要素は式12乃至式15で表される。式12は、輪郭方向ベクトルの距離を表しており、式13は、ブロック数を考慮した距離を表している。入力パターンIと辞書パターンRでブロック数が異なる場合には、式14で表されるように交差数の差の絶対値の総和が考慮される。つまり、式11の $F_1(B, B_R)$ において式13および式14を用いる。また、式15は、位相情報を考慮した距離を表しており、式16は、式11の各項の重み付けを行うための条件を表している。

【0030】

【式11】

$$F_2(T, T_R) = 2 \quad [t_1 \neq t_1^{(R)}, t_2 \neq t_2^{(R)}] \\ = 0 \quad [t_1 = t_1^{(R)}, t_2 = t_2^{(R)}] \\ = 1 \quad [other]$$

【式15】

$$\begin{aligned}
 F_3(C, C_R) &= 2 \quad [c_1 \neq c_1^{(R)}, c_2 \neq c_2^{(R)}] \\
 &= 0 \quad [c_1 = c_1^{(R)}, c_2 = c_2^{(R)}] \\
 &= 1 \quad [other]
 \end{aligned}$$

【式16】

$$\rho_i > 0, \rho_i \in R \quad [1 \leq i \leq 3]$$

このように、判定部3は、式11により入力パターンIと辞書パターンRの距離を計算し、距離の近い上位のもの、例えば上位15位までの文字を候補として選出する。

【0031】次に、判定部3がステップ104で行う類似度の算出について説明する。類似度は式17により算出する。ただし、(I,R)は、内積を表し、|I|、|R|は、ベクトルの大きさを表している。

【0032】

【式17】

$$\text{Im}(I, R) = \frac{(I, R)}{|I||R|}$$

式17で類似度を算出すると、その算出した類似度に基づいて降順ソートを行い、次のステップ105に進む。

【0033】判定部3は、ステップ105の順位決定処理では、各カテゴリー（文字種別）毎に算出された類似度の2乗の総和を求め、その総和の大きい順に順位を付ける。

【0034】その後、ステップ106で1位と2位のカテゴリーに対して候補の平均ベクトルを求め、その平均ベクトルの差を計算する。そして、計算した平均ベクトルのうち所定の閾値より大きい成分のみで再度類似度を算出する。この類似度の算出方法は、ステップ104と同様に式17により行う。

【0035】そして、平均ベクトルにより算出した類似度の高い方を対象となる文字の文字種を確定する。

【0036】ところで、上述の距離や類似度の算出の際に、交差数の差の絶対値の総和を特徴量として使用しているが、以下にこの特徴量の性質を説明する。この特徴

量は、変形に強く、ストロークの有無でカテゴリーが変化する文字を識別するのに適している。

【0037】例えば、図12に示すような「シ」という文字を走査した場合、水平方向の走査（図12（a）参照）では、図13（a）に示す交差数の差の絶対値が得られ、その総和は6となる。垂直方向の走査（図12（b）参照）では、図13（b）に示す交差数の差の絶対値が得られ、その総和は6となる。

【0038】また、図14に示す「シ」という文字は、図12に示したものが多少変形したものであるが、水平方向の走査（図14（a）参照）では、図15（a）に示す交差数の差の絶対値が得られ、その総和は6となり、垂直方向の走査（図14（b）参照）では、図15（b）に示す交差数の差の絶対値が得られ、その総和は8となる。

【0039】また、図16に示す「シ」という文字は、一部が続け書きされたものであるが、水平方向の走査（図16（a）参照）では、図17（a）に示す交差数の差の絶対値が得られ、その総和は6となり、垂直方向の走査（図16（b）参照）では、図17（b）に示す交差数の差の絶対値が得られ、その総和は8となる。

【0040】このように交差数の差の絶対値の総和は、文字の多少の変形や続け書きに対しても耐性のある特徴量であり、文字が大きく変形した場合などでもその値には大きな差はでない。

【0041】ここで、交差数の差の絶対値の総和を特徴量として使用した場合と使用しない場合の認識結果を示す。表1は、交差数の差の絶対値の総和を特徴量として使用しない場合の認識結果を示したものであり、表2は、交差数の差の絶対値の総和を特徴量として使用した場合の認識結果を示したものである。なお、ここに示した認識結果は、電子総合研究所が用意した文字認識評価用のデータを使用し、各カテゴリー別に用意した各々約2500個のデータの半分を辞書に登録し、残りのデータを認識させた場合の結果である。

【0042】

【表1】

カテゴリー	誤認識率E[%]	リジェクト率R[%]	S=10E+R
ア	0.073	2.336	3.006
キ	0.72	1.585	8.785
カ	0.148	1.111	2.591
サ	0.145	1.017	2.467
シ	0.833	4.012	12.342
ス	0.156	4.751	6.311
セ	0.15	1.577	3.077
ソ	0.311	6.615	9.725
チ	0.59	4.867	10.767
ツ	0.39	2.574	6.474
テ	0.442	2.727	7.147
ヌ	0.514	3.428	8.568
ネ	0	1.936	1.936
ホ	0.159	0.796	2.386
マ	0.15	1.949	3.449
ミ	0.149	1.487	2.977
メ	0.078	1.552	2.332
ヤ	0.159	2.617	4.207
ユ	0.372	2.827	6.547
リ	0.446	2.377	6.837
レ	0.175	0.35	2.1
ロ	0.076	1.371	2.131
ワ	0.371	2.526	6.236
トータル	0.195	2.082	4.032

【表2】

カテゴリー	誤認識率E[%]	リジェクト率R[%]	S=10E+R
ア	0	2.19	2.19
キ	0.576	1.585	7.345
カ	0.148	0.889	2.369
サ	0.073	1.162	1.892
シ	0.757	3.861	11.431
ス	0.078	4.361	5.141
セ	0.075	1.652	2.402
ソ	0.233	6.226	8.556
チ	0.518	4.794	9.974
ツ	0.234	2.574	4.914
テ	0.295	2.948	5.898
ヌ	0.428	3.599	7.879
ネ	0	1.713	1.713
ホ	0.08	1.035	1.835
マ	0.16	1.649	3.149
ミ	0.149	1.338	2.828
メ	0.078	1.474	2.254
ヤ	0.079	2.22	3.01
ユ	0.298	2.53	5.51
リ	0.371	2.229	5.939
レ	0.087	0.473	1.307
ロ	0.076	1.219	1.979
ワ	0.297	2.452	5.422
トータル	0.17	2.117	3.817

表1、表2中の誤認識率Eは、認識させた文字を別の文字として認識した割合であり、リジェクト率Rは、認識不能と判断された割合である。また、評価値Sは $S = 10E + R$ により算出している。この結果から、交差数の差の絶対値の総和を特徴量として使用した場合には、トータル（表中に示していない他のカテゴリーも含めた値）として、5%認識精度が向上していることがわかる。

【0043】また、図18、図19は、表1、表2で示した認識結果の一部を示した図である。図18（a）に示した文字「ツ」を認識させた場合、交差数の差の絶対値の総和を特徴量として使用した場合には、図18

（b）に示すような候補が選出され、順位1位から5位までに「ソ」、「ツ」、「ソ」、「ソ」、「ソ」が含まれる。これに対して、交差数の差の絶対値の総和を特徴量として使用しない合には、図18（c）に示すような候補が選出され、順位1位から5位までが全て「ソ」となっている。

【0044】同様に図19（a）に示した文字「ツ」を認識させた場合、交差数の差の絶対値の総和を特徴量として使用した場合には、図19（b）に示すような候補が選出され、順位1位から5位までに「ツ」、「フ」、

「フ」、「ツ」、「フ」が含まれる。これに対して、交差数の差の絶対値の総和を特徴量として使用しない合には、図19（c）に示すような候補が選出され、順位1位から5位までに「フ」、「フ」、「フ」、「ウ」、「ワ」が含まれ、正解である「ツ」が含まれていないことがわかる。

【0045】なお、上述の説明では、交差数の差の絶対値を求める際に、入力パターンに対して水平方向と垂直方向で走査を行うようにしているが、これは、他の角度、例えば45°と135°等の直交する2方向で走査を行ってもよい。

【0046】また、上述したように、入力パターンによっては、交差数の差の絶対値は、その両者が一致するわけではなく、一方のみが一致していた場合にも十分に特徴量として利用できる。したがって、交差数の差の絶対値は、一方向の走査から得たものだけでもよく、三方向以上の走査から得たものを特徴量としてもよい。

【0047】

【発明の効果】以上説明したように、この発明によれば、直交する2方向の走査線と文字との交差数に基づいた特徴量を考慮して文字の認識を行うように構成したので、カタカナ等のストロークの少ない文字の手書き文字

に対する認識率を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】この発明に係る文字認識装置の概略構成を示す機能ブロック図。

【図 2】文字認識装置 10 の動作の流れを示すフローチャート。

【図 3】輪郭方向ベクトルを説明するための図。

【図 4】ブロック数を説明するための図。

【図 5】位相情報を説明するための図。

【図 6】交差数の差の絶対値の総和を説明するための図 (1)。

【図 7】交差数の差の絶対値の総和を説明するための図 (2)。

【図 8】交差数の差の絶対値の総和を説明するための図 (3)。

【図 9】交差数の差の絶対値の総和を説明するための図 (4)。

【図 10】交差数の差の絶対値の総和を説明するための図 (5)。

【図 11】交差数の差の絶対値の総和を説明するための図 (6)。

【図 12】交差数の差の絶対値の総和の特徴を説明する *

* ための図 (1)。

【図 13】交差数の差の絶対値の総和の特徴を説明するための図 (2)。

【図 14】交差数の差の絶対値の総和の特徴を説明するための図 (3)。

【図 15】交差数の差の絶対値の総和の特徴を説明するための図 (4)。

【図 16】交差数の差の絶対値の総和の特徴を説明するための図 (5)。

【図 17】交差数の差の絶対値の総和の特徴を説明するための図 (6)。

【図 18】認識結果の例を示した図 (1)。

【図 19】認識結果の例を示した図 (2)。

【図 20】手書き文字の例を示した図。

【符号の説明】

1 画像入力部

2 前処理部

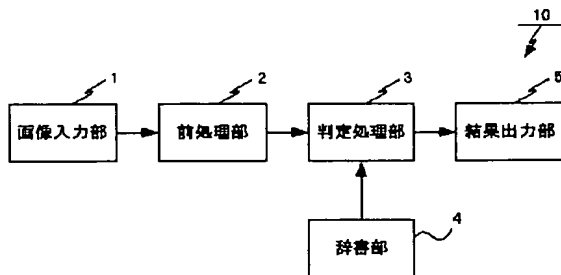
3 判定処理部

4 辞書部

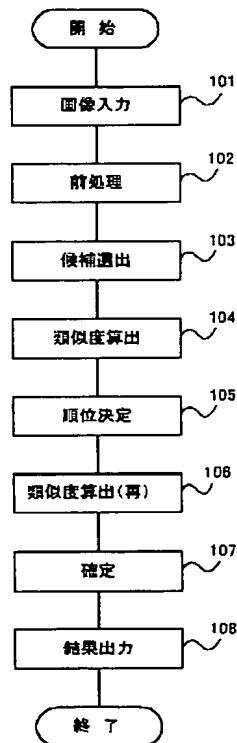
5 結果出力部

10 文字認識装置

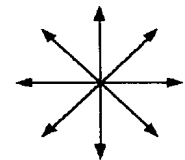
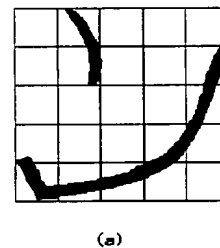
【図 1】



【図 2】

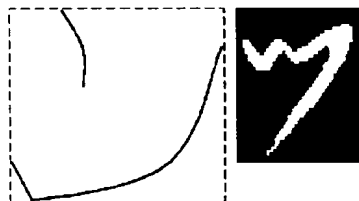


【図 3】

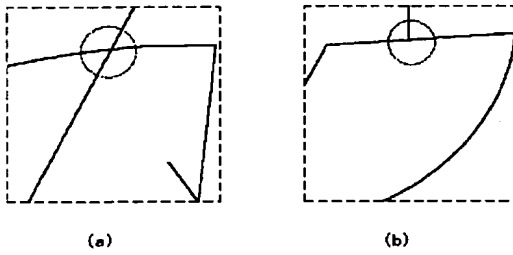


【図 4】

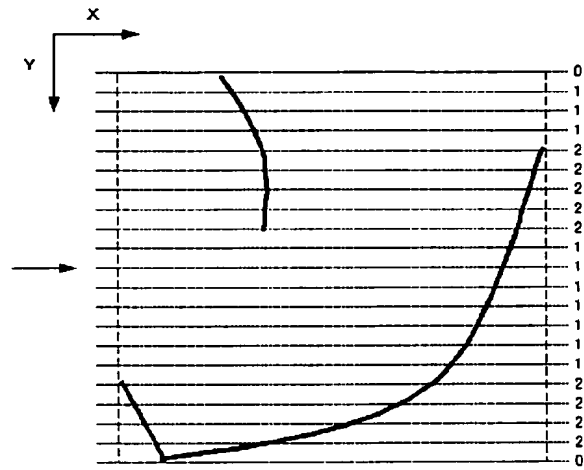
【図 20】



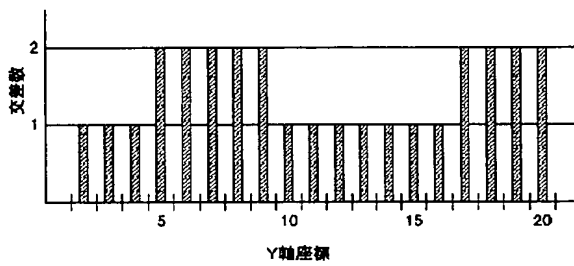
【図5】



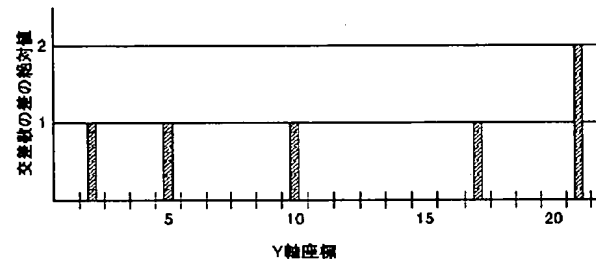
【図6】



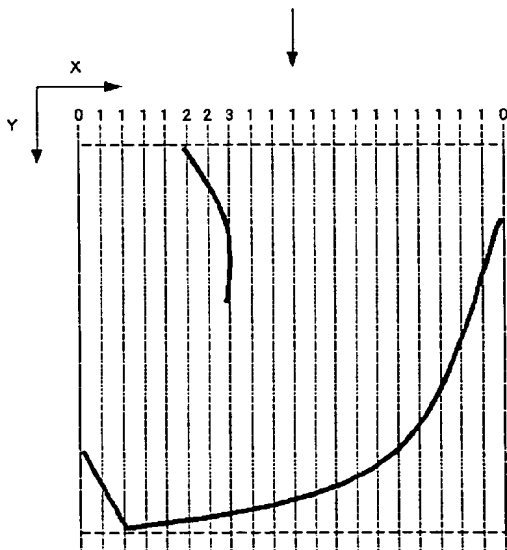
【図7】



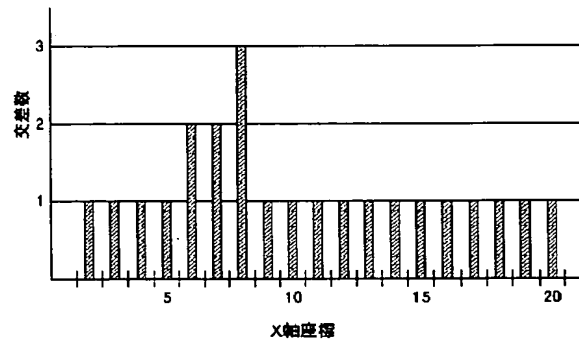
【図8】



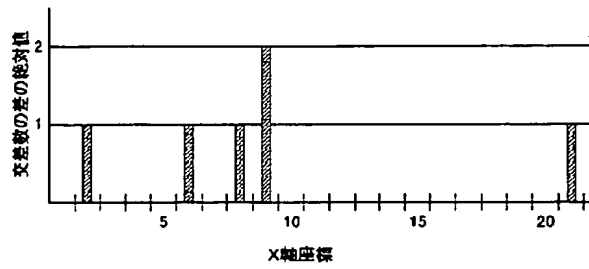
【図9】



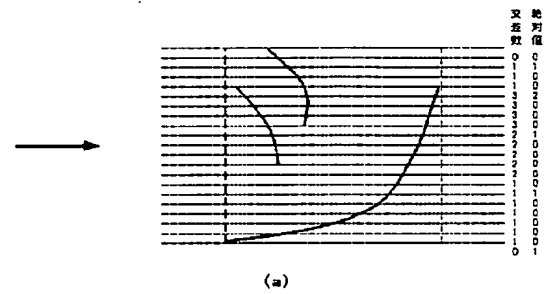
【図10】



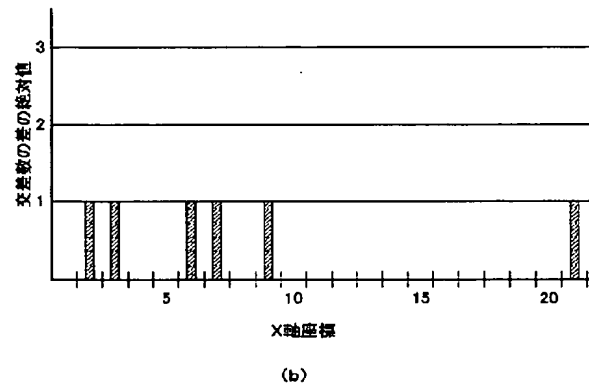
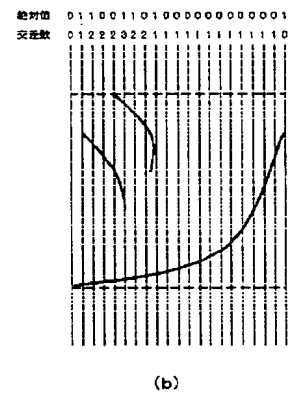
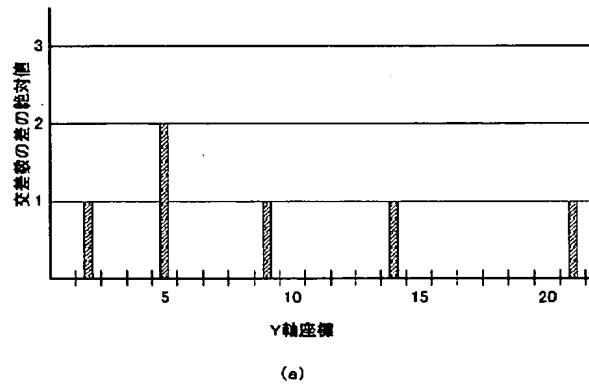
【図 11】



【図 12】



【図 13】



【図 18】



(a)



(b)



(c)

【圖 17】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☒ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☒ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☒ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.